عالم الخلية العجيب

المستكشفون الميكروسكوبيون



رحلة علمية
استكشافية مذهلة
داخل الخلية

تأليف: نوربرت لاندا وباتريك باورل

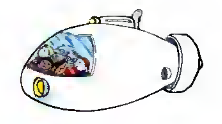
ترجمة: د. زينب شحاتة

دار الشروق

عالم الخلية العجيب

المستكشفون الميكروسكوبيون

رحلة علمية
استكشافية مذهلة
داخل الخلية



تأليف نوربرت لاندا وپاتريك باورل

ترجمة د. زينب شحاتة

دار الشروق

مرحبــــا بكـــــم فى رحـ

أهلا ومرحبا بكم جميعًا . يسعدنى أن أكون مرشدكم خلال هذه الرحلة. وكما ترون، فهذه هى كبسولة الانكماش التى ستقلنا للقيام معا بمهمة استكشافية إلى عالم غريب وعجيب. فكل بقعة من هذا العالم تنطق بالأسرار والمعجزات والروعة التى أودعها الله سبحانه وتعالى فى الكائنات الحية.

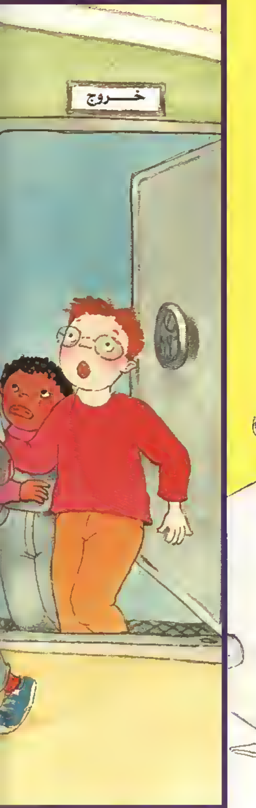
والآن، انتبهوا أيها الأصدقاء! ففى خلال ثوانٍ سوف نبدأ عملية الانكماش. فهذه الكبسولة ستجعلنا ننكمش عدة آلاف ـ وربما مائة ألف ـ مرة إلى أحجام صغيرة جدا تؤهلنا لأن نسافر إلى أى بقعة داخل الجسم وبين خلاياه وحتى داخل الخلية الحية ذاتها. وبالطبع سوف نتوقف للتعرف على المناطق الغريبة التى ستسترعى انتباهنا. وأريدكم أن تعلموا أن كل ما سوف يقابلنا من أحداث هو حقيقة على الرغم من غرابتها. وهذه فرصتنا الوحيدة لمشاهدة تلك الأحداث لأننا لن نتمكن من ذلك أبدا فى عالم الواقع.

والهدف من رحلتنا هذه أن نعرف لماذا تختلف الكائنات الحية ـ مثل الأشجار والفيلة والبشر ـ فى الشكل والتكوين، وما الصفات التى تميز بين الأشياء الحية (مثلنا) والأشياء غير الحية (مثل الأحجار والآلات).

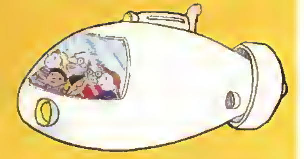
وسوف نتعلم خلال رحلتنا الكثير عن مكونات الخلية الحية، وعن الذى يجرى بداخلها. وبهذا سوف نعرف أشياء كثيرة عن الحياة ؛ كيف ننمو ونجرى ونفكر، ولماذا نحتاج إلى الهواء والغذاء لنبقى على قيد الحياة.

ومع أن الكثير من الأحداث التى تجرى فى الخلية الحية سوف تبدو لنا فى منتهى الغرابة، وربما لا يمكن تصديقها، إلا أن هذه الأحداث نفسها تجرى ملايين المرات فى كل ثانية داخل جسم كل فرد منا.

وأخيرا ، لا تترددوا فى السؤال عن أى شىء يحيركم خلال رحلتنا. والآن استعدوا، فسوف نبدأ الرحلة خلال لحظات من الآن.







لتـــــنا!

هيـــا نقـــوم بتجـ



الخلية الحية متناهية فى الصغر بحيث لا نستطيع أن نراها بالعين المجردة. وحتى إذا استخدمنا عدسة مكبرة لفحص أيدينا فإننا لن نرى سوى سطح جامد متين من خلايا الجلد والذى يتكون من خلايا ميتة. وعندما نفرك يدينا فإن آلافا من خلايا الجلد الميتة تلتصق بعضها ببعض مكونة كتلا غريبة صغيرة.

ـربــة صـغــيرة

بالمواد الدهنية والعرق فقط. ولكن الحقيقة أن معظم هذه الحبيبات مكونة من الأجزاء الصغيرة التى تتكون منها أجسامنا. وهى ما نطلق عليها اسم «الخلايا».

ودائما ما تنسلخ طبقة الجلد الخارجية الميتة ثم تحل محلها خلايا جديدة. وإذا نظرنا إلى خلايا الجلد فى الإصبع مثلاً فلن نجدها تعيش فى عزلة، بل تعيش حولها خلايا أخرى تؤدى وظائف مختلفة. ويتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع المختلفة من الخلايا الحية وكل نوع منها له شكله المميز الخاص به. كما أن كل نوع من الخلايا يقوم بوظائف ومهام خاصة به وحده ، كما سنرى فيما بعد.

ويتكون جسم كل فرد منا من بلايين الخلايا الحية التى تعمل ليلا ونهارا حتى نظل على قيد الحياة. وتتصف الخلايا الحية بخواص تميزها عن الأشياء غير الحية. فالخلايا الحية تنمو وتتكاثر. كما أنها لا تعيش فى عزلة، بل تتبادل الرسائل فيما بينها حيث تطلب خلية من أخرى أن تقوم بعمل شىء مهم، أو تطلب منها أن تتوقف عن القيام بعمل تراه ضارا فى ذلك الوقت. ولكى تستمر الحياة، فإنه لابد من وجود طاقة تدفع عجلتها. ولهذا فالخلية الحية لها القدرة على توليد الطاقة. إذ تحصل على المواد الغذائية من البيئة المحيطة بها ثم تقوم بتحليلها وتستخدم جزءا منها لاستخراج الطاقة وتحول جزءا آخر إلى مواد تستخدمها فى بناء الأجهزة التى تتكون منها. فكل خلية حية تسير وفقا لخطة عمل تتفق تماما مع خطط العمل التى تتبعها الخلايا الأخرى، وتتعاون معها بحيث يكون ثمرة هذا التعاون البديع تكوين كائن حى متكامل. إن هذا من إبداع الخالق سبحانه وتعالى فى خلقه.

أستاذنا الفاضل ، هل تتكون الحيوانات والنباتات أيضا من خلايا حية؟

نعم .كلها تتكون من خلايا حية، بما فى ذلك البكتريا برغم أنها تتكون من خلية واحدة فقط. وتتشابه جميع أنواع الخلايا الموجودة فى جميع أنواع الكائنات الحية إلى حد كبير وتعمل بطريقة تشبه خلايا جسم الإنسان تقريبا. ومع وجود هذا التشابه إلا أن هناك اختلافات بين الخلايا تؤدى إلى الاختلافات بين الكائنات الحية. فالكرنب مثلا كائن حى ولكن ليس له مخ. والإنسان كائن حى وله مخ يحتوى على عدد هائل من الخلايا العصبية التى تتعاون وتعمل بعضها مع بعض بطريقة غاية فى التعقيد. وبفضل هذا المخ فإن البشر هم الكائنات الوحيدة ـ على كوكبنا الأرض ـ الذين يمكنهم التفكير والتساؤل والبحث عن إجابة أسئلة مثل هذا السؤال «ما الذى يجعل الكائن المبدع كائنا حيا؟». ولهذا فلننتهز الفرصة دائما لنفكر ونتساءل.

والآن لقد تمت مرحلة الانكماش الأولى بنجاح. فهيا نتجول.



مـاذا يحـدث داخـل الجلد؟

نحن الآن نقترب من سطح الجلد. هل ترون هذا القضيب العملاق؟ هل تصدقون يا أصدقائى أن هذا القضيب هو شعرة رقيقة على جلد الإصبع؟! هيا بنا نتخذه كمنفذ إلى داخل الجلد.

تعيش خلايا الجلد لفترة قصيرة لا تتجاوز الأسابيع الثلاثة . وخلال هذه الفترة فإنها تعمل بصفة مستمرة ويتفانى على حماية الجسم. فهى تحمينا من الأتربة والقاذورات والأشعة الضارة وأيضا من البكتريا والميكروبات الأخرى التى تغزو أجسامنا وتسبب لنا الأمراض. ويختلف سمك الجلد من منطقة إلى أخرى فى الجسم. ففوق عَقِب القدم تكون خلايا الجلد طبقات سميكة ذات حساسية ضعيفة. وفى أماكن أخرى من الجسم تكون طبقات الجلد رقيقة وأكثر حساسية .

أستاذنا الفاضل ، لماذا تطير هذه الخلايا بعيدا عن سطح الجلد؟

الإجابة ببساطة أن هذه الخلايا قد أدت المهمة التى خلقت من أجلها ولم يعد هناك حاجة إليها. ففى كل ثانية نعيشها نفقد الآلاف من خلايا الجلد الميتة . وبانسلاخ الطبقة الميتة تحل محلها خلايا جديدة من الطبقات الداخلية للجلد. والواقع أن كل الخلايا الموجودة على الأسطح الخارجية من أجسامنا هى خلايا ميتة. وهى تشمل الطبقة الخارجية للجلد والشعر والأظافر وحتى سطح اللسان والعين.

وإذا نظرنا إلى طبقات الجلد السفلية فسوف نجدها تزخر بالحياة. فنرى هنا خلايا ذات أنواع مختلفة. مثلا ، تتكاثر الخلايا الموجودة فى جذور الشعر بصفة مستمرة لتنتج خلايا جديدة. وعندما تموت هذه الخلايا فإن بقاياها تتجمع بعضها مع بعض لتكوين الشعر الذى يتم دفعه للخارج.

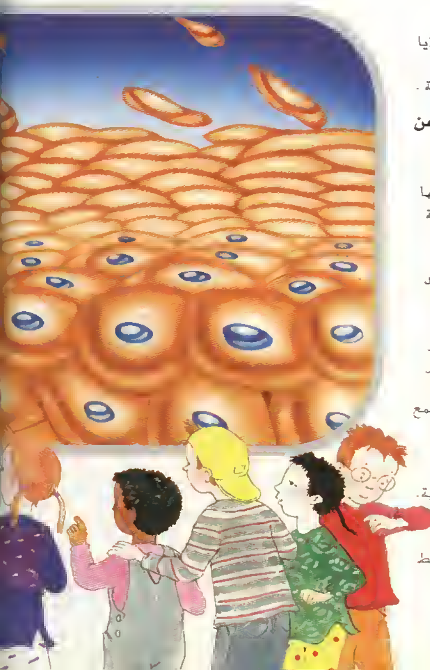
ولماذا نشعر بالألم عند نزع الشعر؟

السبب فى ذلك هو أن جذور الشعر متصلة بالخلايا العصبية. فعندما نجذب الشعر تسجل الخلايا العصبية هذا الحدث وترسله للمخ الذى يترجمه إلى إحساس بالألم. ولهذا فإن الخلايا العصبية هى التى تجعل الجلد حساسا لعوامل الضغط والحرارة والبرودة. وفضلا عن ذلك فإن الخلايا العصبية ترسل أوامرها إلى العضلات.

وما هذه الحويصلة الموجودة فى جذر الشعرة؟

هذه هى الغدة الدهنية. وهى تفرز نوعا من الدهون التى تجعل الشعر ناعما ومع الوقت تجعله دهنيا. أما هذه الأنبوبة المنحنية إلى أعلى فإنها واحدة من الغدد العرقية التى تفرز قطرات من الماء المالح على الجلد. وعندما تتبخر هذه القطرات من فوق السطح فإنها تساعد على برودة الجلد والإحساس بالانتعاش. أما هذه الأنابيب الحمراء فإنها الأوعية الدموية التى ينساب فيها الدم من وإلى أنحاء الجسم.

وتتكون جميع الأشياء التى نراها حولنا إما من تجمعات خلايا عديدة (مثل الأنسجة والأعضاء) وإما من خلية واحدة مثل الخلايا الحرة التى تسبح بمفردها فى الدم.







الخلايا الحية خبراء متخصصون

يتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع من الخلايا المختلفة التي تعمل معا وتتعاون لتبقينا على قيد الحياة. وتتخذ خلايا الجسم أشكالا مختلفة كما تؤدي وظائف مختلفة. ولكي نرى هذه الخلايا بصورة أفضل فإننا نحتاج إلى أن ننكمش أكثر، هيا بنا. نحن الآن نسبح بين الخلايا ذاتها.

أستاذنا، هل تلتصق جميع الخلايا بعضها ببعض؟

تتلاصق معظم الخلايا بإحكام. وعلى سبيل المثال، فإننا نرى هنا الخلايا البطانية التي تكون جدران الأوعية الدموية وهي متلاصقة جيدا. وتوجد أنواع أخرى من الخلايا تسبح في الدم بصورة فردية. فهذه الخلايا التي تشبه القارب المطاطي هي خلايا الدم الحمراء والتي تتميز بأنها فقدت نوياتها. ومع ذلك فإن كل واحدة منها تعيش كخلية مستقلة. وتقوم هذه الخلايا بنقل الأكسچين إلى جميع أجزاء الجسم عن طريق الدم. كما تعيش خلايا الدم البيضاء بصورة فردية هي الأخرى. ولكنها تؤدي وظائف مختلفة تماما. فهذه الخلايا بمثابة عساكر الدورية التي تواجه الغزاة الغرباء مثل البكتريا والفيروسات.

ماذا يحدث للخلايا المستهلكة؟

إن مصير الخلية المستهلكة يتوقف على نوع الخلية. فمعظم الخلايا الحية تقوم بأنشطة متشابهة خلال فترة حياتها. وعندما تصبح الخلايا مستهلكة، تأتي خلايا أخرى تسمى الخلايا الأكلة لتلتهمها وتحللها. وبموت الخلايا المستهلكة تحل خلايا جديدة محلها.

وفي حالات أخرى يختلف مصير الخلايا المستهلكة بعد موتها. ومثلنا على ذلك الخلايا التي تكون جذور الشعر. فهذه الخلايا تكون حية في أول الأمر ثم تموت ولا يتبقى منها إلا بقايا تستخدم في تكوين الشعر. فما يتبقى من الخلايا الميتة هو بروتين يسمى الكيراتين Keratin وهو المادة المكونة للشعر.



أستاذنا ، مم تتكون الأظافر؟

تتكون الأظافر من المادة نفسها المكونة للشعر وهى بروتين الكيراتين. ولكنه يتجمع فى الأظافر بكثافة بحيث يصبح متصلبا. وتكون خلايا الجلد فى الطبقات السفلية أكثر نشاطا وحيوية. ثم تتحرك بمرور الوقت إلى السطح الخارجى حيث لا يتبقى منها إلا شبكة من ألياف الكيراتين.

وهل تعتبر خلايا العظم ميتة هى الأخرى؟

لا ، فمن المدهش أن خلايا العظم حية . وبعض هذه الخلايا يتخصص فى القيام بعمليات بناء وهدم مستمرة للمادة المكونة للعظم والتى تتكون من أملاح وبروتينات. ولهذا السبب فإنه فى حالة حدوث كسر فى عظام الإصبع نجد أنه يلتئم خلال أسابيع قليلة. أما الجزء الداخلى من العظام والذى نسميه بالنخاع فإنه المصنع الذى ينتج لنا خلايا الدم الحمراء والبيضاء.

فريق عمل متماسك



من الممكن أن نعتبر الخلايا مثل الخبراء المتخصصين الذين لا يستغنى الواحد منهم عن الآخر. فخلايا الإصبع لابد لها من أن تتعاون بعضها مع بعض مكونة فريقا متماسكًا حتى تستطيع الإصبع أن تقوم بعملها. وتتبادل هذه الخلايا الرسائل والأخبار مع الخلايا الأخرى فى الكائن الحى بطريقة لا إرادية لا نشعر بها إلا فى بعض حالات تنشيط الخلايا العصبية.

وكيف تبدو الخلية العصبية؟

تحتوى الخلية العصبية على أطراف طويلة تساعدها على الاتصال بالخلايا العصبية الأخرى. وتتكون الأعصاب من حزمة من الخلايا العصبية التى تتخذ أطوالا غير عادية فى بعض الأحيان. فالخلايا العصبية التى تمتد من الحبل الشوكى إلى إبهام القدم يمكن أن يصل طولها إلى حوالى المتر!! سبحان الخالق البديع!

لماذا نحس بالأعصاب دون غيرها؟

لقد صممت الخلايا العصبية بطريقة بديعة تؤهلها لنقل الرسائل. وتتميز هذه الخلايا بقدرتها على الاتصال بكل بقعة فى الجسم تقريبًا. كما أنها تجعلنا نشعر بالألم عندما تشك الإصبع مثلا، حيث تقوم الخلايا العصبية بنقل هذا الخبر إلى المخ الذى يترجمه فوريا إلى الإحساس بالألم. ويكون الألم هنا بمثابة إنذار لنا حتى نبعد الإصبع عن مكان الخطر. أما المخ فإنه يتكون من بلايين الخلايا العصبية التى تتعاون بعضها مع بعض فى عمليات استقبال وإرسال الرسائل من وإلى جميع أنحاء الجسم. وبفضل هذه العمليات فإننا نستطيع أن نرى ونفكر ونشم ونتذوق و أن نأتى بأفكارجديدة وأن تكون لدينا المشاعر. والحقيقة أن قدرتنا على الحديث عن الخلايا العصبية الآن تنبع من وجود عدد كبير منها فى أجسامنا.

وتمدنا الخلايا العصبية بالنموذج البديع لتعاون الخلايا المختلفة بعضها مع بعض. فحزم الخلايا العضية لا تستطيع أن تفعل شيئا دون اتصالها بالخلايا العصبية. فالعضلات تقوم بعملها بناءً على الأوامر التى تصلها من الخلايا العصبية. وترسل الخلايا العصبية أوامرَ بطريقة لا إرادية إلى بعض العناوين فى الجسم مثل الأوامر التى ترسلها إلى عضلة القلب لتستمر فى دقاتها. كما ترسل الخلايا العصبية أوامر بطريقة إرادية مثل ما يحدث عندما تريد أن تحرك إصبعك. فعندئذ يرسل مركز الأعصاب فى المخ رسالة إلى عضلة الإصبع تطلب منها أن تنقبض حتى تتحرك.



وإذا لم تستطع الخلايا العصبية أن تقوم بعملها على أكمل وجه بسبب إصابتها بالالتهاب أو بقطع فيها فإن العضلات لا تستطيع أن تتحرك أو تنثني. وهذا هو السبب فى أن الساق المشلولة لا تستطيع أن تتحرك، حيث لا تصل إلى العضلات أى أوامر للحركة نتيجة لإصابة أعصابها.

يحتوى المخ على البلايين من الخلايا العصبية المتصلة بعضها ببعض، والتى نرى بعضها أمامنا الآن ونرى هنا اتصال الخلايا العصبية بألياف الخلايا العضلية فى الإصبع.

هل تمارس الخلايا السحـــــــر؟

تتكون جميع الكائنات الحية - من بشر وفيلة وأشجار وفطريات وبكتريا - من خلايا حية وأشياء ناتجة عن الخلايا. وأمامكم هنا بعض أشكال الخلايا الحية لتقارنوا بينها .

وتشترك جميع الخلايا فى صفات كثيرة على الرغم من الاختلافات بينها. فجميع الخلايا لها القدرة على إنتاج خلايا جديدة، كما أن لها القدرة على الحركة والتعرف بعضها على بعض والالتصاق بعضها ببعض. ولو لزم الأمر فإن الخلايا تستطيع أن تحارب بعضها بعضا. وتتفاهم الخلايا الحية بعضها مع بعض عن طريق رسائل تنتقل من خلية إلى أخرى. وبفضل هذه القدرات ، تستطيع الخلايا الحية أن تتعاون فى بناء كائنات معقدة التركيب مثل الإنسان والفيل والشجرة. والآن نأتى إلى السؤال المهم : لماذا تستطيع الخلايا الحية أن تقوم بكل هذه الأشياء؟ وما الذى يمنع الأشياء غير الحية (الجمـــاد) مثل الأحجار وحبات الرمل أن تسلك مسلكا مثل الخلايا الحيـــة؟ وما سر الحيـــاة الذى أودعه الخالق سبحانه وتعالى فى الأشياء الحية؟

هل هناك شىء سحرى يتعلق بالخلايا الحية؟

بالطبع لا. فالخلايا الحية تتكون من المواد نفسها التى تتكون منها الأشياء غير الحية، وهى الكرات المتناهية فى الصغر والتى نسميها بالذرات. وهناك أنواع كثيرة من الذرات ، فمنها ذرات المواد الصلبة مثل الكربون والكبريت والفسفور، ومنها ذرات المواد الغازية مثل الأكسچين والهيدروچين والنيتروچين، وهناك أنواع أخرى كثيرة مثل ذرات المعادن.

تتميز الأشياء غير الحية بأن ذراتها مرتبة بعضها إلى جوار بعض بطريقة بسيطة بلا أى تفرعات أو تعقيدات. ولهذا فإن الحجر هو مجرد حجر لا يستطيع أن يتحرك من تلقاء نفسه ولا أن يتكاثر أو ينمو أو حتى يتعرف على أحجار أخرى مثله. ولكن الأمر يختلف تماما مع الأشياء الحية. فالمواد الحية تتكون من أنواع الذرات نفسها ولكنها مرتبة بحيث تعطى جزيئات متفرعة ومعقدة فى التركيب. فمثلا ، ترتبط ذرات الكربون والكبريت والأكسچين والهيدروچين والنيتروچين بعضها ببعض ارتباطًا قويا لتكوين جزيئات أكبر وأكثر تعقيدا مثل السكريات والدهون والأحماض الأمينية.



خـلايا الجـلد

خـلايا العضـلات

خـلايا العـظم

الخـلايا العصـبية



خلايا نباتية



ومع أن هذه الجزيئات تسمى جزيئات الحياة، إلا أنها لا تنبض بالحياة. ولكن بعد تكوين هذه الجزيئات فى الخلية الحية فإنها تتفاعل بعضها مع بعض ثم تتجمع لتكوّن جزيئات أكبر وأكثر تعقيدا مثل البروتينات والحامض النووى دنا (DNA) وكذلك الأغشية. وعندئذ فقط نستطيع أن نقول إن الذرات والجزيئات تعمل معا بطريقة فيها لمسات من الحياة. فلقد استودع الله سبحانه وتعالى أسرارا وقدرات عظيمة فى بعض المواد البسيطة تجعلها قادرة على الارتباط بعضها ببعض لتكوين جزيئات ذات تركيبات معقدة لازمة لبناء الخلية والكائن الحى.

ولماذا تتكوّن البروتينات؟ ألا نحصل عليها من الطعام الذى نتناوله؟

بالطبع نتناول بروتينات من مصادر نباتية وحيوانية فى غذائنا اليومى، ولكنها تختلف عن البروتينات التى يحتاج إليها جسم الإنسان. ونتيجة لهضم تلك البروتينات فإنها تتحلل إلى وحدات بنائها الصغيرة التى تسمى بالأحماض الأمينية ؛ فتحصل خلايا أجسامنا على هذه الأحماض الأمينية وتستعملها من جديد فى بناء البروتينات الخاصة بنا. وتعتبر البروتينات من أهم الجزيئات التى تقوم عليها حياة الخلية. وتعمل بعض أنواع البروتينات كأحجار البناء التى تكون الخلايا الحية. كما يعمل البعض الآخر كأدوات تساعد الخلايا الحية فى القيام بأنشطتها العديدة والمختلفة. والآن تذكروا يا أصدقائى : إن الخلايا الحية تنتج البروتينات التى تتفاعل بعضها مع بعض لتبنى خلايا جديدة، ثم تتجمع الخلايا الحية المتعددة بعضها مع بعض وتتفاعل وتتفاهم لبناء الكائن الحى.



البكتريا

الخلية فى عمل دءوب

إن الحياة ليست أمرا بسيطا حتى للخلية الحية. فاستمرار الحياة يتطلب وجود مصانع ومحطات توليد للطاقة وطرق مواصلات ومستودعات للتخزين، وأهم من ذلك كله أن تكون هناك خطة صحيحة للبناء. وسوف نتعرف هنا على خطة البناء الموجودة فى إحدى خلايا جذور الشعر. وينطبق هذا المثال على أى خلية أخرى، لأن معظم الخلايا تتكون من الأجزاء والتركيبات نفسها.

تحاط كل خلية بغشاء رقيق جدا يحميها من العالم الخارجي. ويتكون الغشاء من طبقة دهنية رقيقة تتخللها أنواع مختلفة من البروتينات التى تختلف فى وظائفها. فبعض هذه البروتينات تستقبل وترسل رسائل من وإلى الخلايا الأخرى، والبعض الآخر يساعد على تلاصق الخلايا، كما أن بعضها يتحكم فى دخول المواد إلى الخلية الحية.

وإذا نظرنا داخل الخلية فسوف نرى أجزاء متناهية فى الصغر تسبح فيها، ويحاط كل واحد منها بغشاء خاص به. وتتحرك هذه الأجزاء الصغيرة فى مادة تشبه سائلا چيلاتينيا يسمى **السيتوبلازم**. ويتحدد شكل الخلية بواسطة مجموعة ألياف بروتينية مرنة تسمى **هيكل الخلية**.

أما جهاز **الميتوكوندريا** فإنه محطة توليد الطاقة فى الخلية. وتتخصص أجهزة **الليسوسومات** فى تحليل وهضم الفضلات ثم تخزينها لحين التخلص منها.

وتمثل **الريبوسومات** مصانع صغيرة لإنتاج بروتينات جديدة. وتسبح بعض الريبوسومات حرة فى السيتوبلازم ويوجد البعض الآخر مرتبطا بجهاز يسمى **الشبكة الإندوبلازمية** التى تعتبر المصنع الخاص بإنتاج البروتينات التى يحتاج الغشاء إليها أو اللازمة للاستخدام خارج الخلية.

وتعتبر **الحبيبات المركزية** هى المسئولة عن تنظيم هيكل الخلية فى حالة انقسامها وميلاد خليتين جديدتين.

ويقوم جهاز جولجى بإضافة جزيئات السكر إلى البروتينات الجديدة ثم يعبئها ويرسلها إلى حيث تستقر بصفة دائمة.

والنواة هى تلك الكرة الكبيرة التى نراها فى منتصف الخلية، وتحتوى على جميع خطط البناء الخاصة بإنتاج بروتينات جديدة. كما يتم فى النواة عمل نسخة من تلك الخطط وإرسالها إلى الريبوسومات لقراءتها وتنفيذ ما جاء بها. وتوجد فى النواة أجهزة على شكل كرات أصغر تسمى النويات وهى الموقع الذى يتم فيه تجميع وتكوين الأجزاء المختلفة المكونة للريبوسومات.

وكما نرى أمامنا ، تحتوى الخلية على أجهزة كثيرة ذات أشكال ووظائف مختلفة تتعاون بعضها مع بعض فى كل ثانية من أجل حياة الخلية. وتعتمد هذه الصورة الحية التى نراها على العديد من البروتينات المتخصصة الصغيرة جدا فى أبعادها بحيث إننا لا نستطيع أن نراها الآن حتى بعد انكماشنا لأحجام متناهية فى الصغر.


الشبكة الإندوبلازمية


الميتوكوندريا

جهاز جولجى

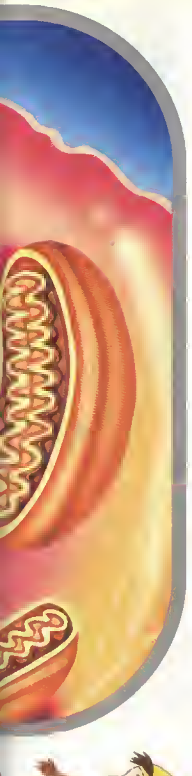

النـــواة


هيكل الخلية


الريبوسومات


الليسوسومات


الجسم المركزى







هل تبدو هذه الأمور معقدة بعض الشيء يا أصدقائى؟ ربما تكون كذلك فى نظرنا ، ولكن الأمر ليس كذلك بالنسبة للخلية. فكل ما تحتاج إليه الخلية هو معرفة أى نوع من البروتينات مفروض عليها أن تنتجه. وبعد إنتاج البروتينات المطلوبة فإنها تتفاعل بعضها مع بعض بطرق مختلفة لبناء الخلية الحية وبحيث تؤدى وظيفتها على أحسن وجه من أجل سلامة الكائن الحى.

ويحتوى جسم الإنسان على حوالى 100 ألف نوع من البروتينات العاملة. ويوجد فى كل نوع من الخلايا الحية وصفة خاصة بإنتاج البروتينات التى تحتاج إليها. ونطلق على هذه الوصفة الخاصة بتصنيع البروتين اسم «الچين».

تخطيط محكم

ها قد وصلنا إلى داخل الخلية الحية . لقد انكمشنا كثيرا جدا إلى درجة أنه من الممكن أن نضع 100 ألف كبسولة انكماش مثل التى نستقلها فوق رأس الدبوس. أما هذه الكـرة الزرقـاء التى مررنا بها فإنها نواة الخلية. وهى الموقع الذى تخزن فيـه جميع الجينات الوراثية على شـريط طويل جدا مكون من سلسـلتين ملتفـتين بطريقة لولبيـة. ويسمى هذا الشريط الدنا (DNA) وهى اختصار لعبارة (deoxyribonucleic acid) والتى تعنى بالعربية الحامض النووى المزدوج . وفى جسم الإنسان يوجد الدنا على هيئة ٤٦ قطعة نسميها معا بالكروموسومات. ويعتبر شريط الدنا مثل الموسوعة الضخمة التى تحتوى على جميع المعلومات الوراثية التى تحدد كل صفة فى الكائن الحى، وللتبسيط سوف نطلق على مجموع الدنا فى الخلية اسم الشريط الوراثى.

وعندما يفك شريط الدنا نجده مكونًا من سلسلتين تلتفان بعضهما حول بعض بطريقة حلزونية وترتبطان بعضهما ببعض بواسطة درجات وكأنها سلم حلزونى. ونطلق على هذا الشكل اسم اللولب الحلزونى المزدوج. وتتكون درجات سلم الدنا من ترتيبات مختلفة من وحدات تسمى النيوكليوتيدات، وهى توجد فى أربعـة أنـواع مختـلفة نطـلق عليها أسمـاء أدنـين وثيمين وجوانين وسيتوزين ، ونشير إليها بالحروف الأولى من أسمائها أ (A)، ث (T)، ج (G)، س (C). كما نشير إلى النيوكليوتيدات بألوان مختلفة كما هو موضح أمامنا. فتتكون كل درجة فى سلم الدنا من زوجين من النيوكليوتيدات مترابطة بعضها ببعض بطريقة خاصة ومحددة. فوحدة أ (لونها أحمر) تترابط فقط بوحدة ث (لونها أزرق) ووحدة س (لونها أصفر) تترابط فقط بوحدة ج (لونها أخضر). ومن الممكن اعتبار هذه الوحدات الأربع مثل حروف اللغة التى تكتب بها المعلومات الوراثية فى الشريط الوراثى.

أستاذنا، ما الوظيفة التى تؤديها الجينات؟

هى التى تضمن سلامة تصنيع البروتينات المطلوب إنتاجها من الخلية. وذلك بتحديد كيفية ترتيب الأحماض الأمينية (وحدات بناء البروتينات) بعضها مع بعض لتبنى جزىء البروتين. وبهذا يحدد الجين شكل ووظيفة البروتين. ويحتوى الجين المسئول عن إنتاج بروتين الكيراتين مثلا على عدة آلاف من كلمات ذات شفرات معينة. ويتم نسخ المعلومات على الجين فى صورة شريط فردى يسمى بـ «الرنا الرسول» RNA messenger الذى ينقل المعلومات الموجودة على الجين إلى السيتوبلازم حيث تتم عملية صنع البروتينات. كما أن ترتيب وعدد الكلمات الشفرية فى جين الكيراتين هما اللذان يجعلان هذا الجين مختلفا عن أى جين آخر.



وماذا عن شريط الرنا الرسول؟

يقوم الرنا الرسول بنقل صورة من المعلومات الوراثية فى چين الكيراتين ـ على سبيل المثال ـ من النواة إلى أجهزة الريبوسومات. ويوجد ٢٠ نوعا مختلفا من الأحماض الأمينية التى هى وحدات بناء البروتينات. وتحتوى المعلومات الوراثية فى الچين على كلمات شفرية حيث نجد هناك كلمات محددة تناظر كل حمض أمينى (وتسمى هذه بالشفرة الوراثية). وتسبح هذه الأحماض الأمينية فى السيتوبلازم بجوار الريبوسومات. وعند وصول صورة المعلومات الوراثية (الشريط الرسول) للريبوسومات تقوم على الفور بقراءة كلماتها وربط الأحماض الأمينية الواحد تلو الآخر على حسب ترتيب الكلمات المحدد على شريط الرنا الرسول . وينتج عن ذلك تكوين سلسلة من الأحماض الأمينية التى تلتف بعضها على بعض لتكوين جزىء البروتين.

كيف تقوم الچينات بتصنيع البروتينات

الچينات هى وصفات مفصلة تحدد ترتيب الأحماض الأمينية بعضها مع بعض لبناء البروتين. وتخزن هذه الوصفات على الشريط الوراثى الدنا مثلما تخزن الموسيقى على شرائط الكاسيت. ولكن شريط الكاسيت يحتاج إلى جهاز كاسيت لتشغيله حتى تخرج لنا الموسيقى المسجلة ونسمعها. كذلك تحتاج الچينات إلى أدوات لاستخراج المعلومات المخزونة فيها، و تقوم الخلية مع أجهزة الريبوسومات بهذا العمل المهم.

تحتوى جميع الخلايا الحية فى جسم الإنسان على نفس النوع والكمية من الشريط الوراثى الذى يخزن حوالى 100 ألف چين. لذا فإن كل خلية فى الجسم تستطيع أن تنتج 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة، ولكنها لا تفعل ذلك بالطبع. وتشترك جميع الخلايا الحية فى الجسم فى إنتاج بضعة آلاف نوع من البروتينات التى نسميها بالبروتينات الشائعة لأنها توجد فى كل الخلايا لتؤدى وظائف أساسية لحياة أى خلية. وبالإضافة إلى البروتينات الشائعة يقوم كل نوع من الخلايا بتصنيع أنواع من البروتينات الخاصة بها تسمى البروتينات المتخصصة. فخلايا الكبد تحتاج لبروتينات معينة خاصة بها تختلف عن البروتينات التى تحتاج إليها خلايا الجلد، وكذلك تحتاج خلايا الجلد إلى بروتينات تختلف عن البروتينات التى تحتاج إليها خلايا الدم. ونجد أن عدد الچينات العاملة (النشيطة) فى كل خلية يساوى عدد أنواع البروتينات التى تنتجها هذه الخلية. فالبروتينات إذن هى الأدوات التى تجعل الخلية تقوم بمهامها الخاصة والعامة.

يحتوى شريط الدنا على أزواج من النيوكليوتيدات المرتبة بعضها إلى جوار بعض لتكوين الچين. تنفصل سلسلتا الدنا بعضهما عن بعض بحيث تصبح النيوكليوتيدات على كل سلسلة مكشوفة وغير مرتبطة ،ثم يتم إحضار نيوكليوتيدات الرنا، التى ترتبط بعضها ببعض لتكون سلسلة مكملة ومقابلة لسلسلة الدنا . ويختلف الرنا عن الدنا فى احتوائه على نيوكليوتيد اليوراسيل (البنفسجى) بدلا من الثيمين (الأزرق) وتسمى سلسلة الرنا هذه الرنا الرسول ، وهى صورة من الچين تتجه إلى الريبوسومات حيث يصنع البروتين.

ويناظر كل ترتيب من ثلاثة نيوكليوتيدات كلمة شفرية (الشفرة الوراثية)، وتحدد كل كلمة شفرية حمضًا أمينيا معينًا من الأحماض الأمينية العشرين التى تتكون منها البروتينات. وبناءً على هذا فإن ترتيب كلمات النيوكليوتيدات هو الذى يحدد كيفية ترتيب الأحماض الأمينية على هيئة سلسلة. وبمجرد أن يتم ترتيب الأحماض الأمينية بالطريقة المطلوبة فإن السلسلة تلتف حول نفسها لتكون الشكل النهائى للبروتين.



وكيف يتم تشغيل وتنشيط الچينات؟

يتم تنشيط الچينات وتشغيلها بواسطة بروتينات متخصصة تقف على الشريط الوراثى فى موقع معين بجوار الچين وتفك سلاسل الدنا. ثم تستخدم إحدى سلاسل سلم الدنا كقالب لصنع سلسلة من الرنا، بحيث تقوم بعمل نسخة مطابقة من الچين . ونطلق على هذه النسخة اسم الرنا الرسول، وللتبسيط نسميها الشريط الرسول. وبمجرد الانتهاء من إنتاج الشريط الرسول تترابط سلاسل الشريط الوراثى بعضها ببعض ويغلق الشريط من جديد. وجدير بالذكر أن وحدات البناء التى تستخدم فى صنع الشريط الرسول هى وحدات تشبه إلى حد كبير وحدات الشريط الوراثى. ثم يخرج الشريط الرسول بعد ذلك من النواة إلى السيتوبلازم ليقوم بعمله. وبهذا فإن عملية تنشيط الچين هى ببساطة عمل نسخة منه



وما الذى يحدث لنسخة الجين (الشريط الرسول)؟

يتجه الشريط الرسول إلى أجهزة الريبوسومات ويرتبط بها . فهذه الأجهزة هى المصانع التى تقوم بإنتاج البروتينات عن طريق قراءة المعلومات على الشريط الرسول، ثم ترجمتها لكى تستخدم فى عملية صنع سلسلة من الأحماض الأمينية. وبهذا تقوم الريبوسومات بقراءة الكلمات على الشريط الرسول ثم ترجمتها لمعرفة نوع الحامض الأمينى المناظر لكل كلمة، ثم يتم ربط جميع الأحماض الأمينية المطلوبة على هيئة سلسلة بروتينية. وبمجرد تكوين سلسلة البروتين فإنها تلتف حول نفسها لتكون شكلا كرويا أو شريطيا.

وتستخدم معظم البروتينات التى تنتجها خلية ما فى عمليات البناء وفى القيام بوظائف خاصة بالخلية نفسها. وبمساعدة البروتينات تقوم كل خلية بتصنيع مكوناتها بنفسها. وتؤدى أنواع أخرى من البروتينات مهامها فى مواقع مختلفة مثل غشاء الخلية أو فى أحد الأجهزة أو حتى خارج الخلية فى حالة تصدير بروتينات لتقوم بوظائفها فى الدم.

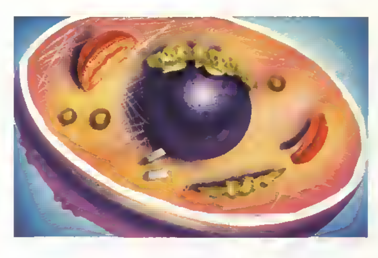
البروتين

الأحماض الأمينية

احترسوا.. إنها هياكل
الخـــلايـــا !

يحتاج جسم الإنسان إلى حوالى 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة لكى يعمل بطريقة دقيقة ومضبوطة. وكما ذكرنا سابقا يقوم الشريط الوراثى والجينات بإمداد الخلية بالخطط والوصفات لبناء البروتينات، وبعد ذلك تقوم بعض البروتينات بتنفيذ هذه الخطط. فالبروتينات إذن هى الأدوات التى تبنى الخلية وبالتالى تبنى الكائن الحى. بل من الممكن اعتبار البروتينات عمالا حرفيين يعملون فى كل بقعة من الخلية ويمدونها بجميع المواد اللازمة لبنائها. وتختلف البروتينات فى خواصها وأشكالها وبالتالى فى وظائفها. مثلا ترتبط بعض البروتينات بالشريط الوراثى لتقوم بعملية نسخ الجين. أما بعض البروتينات الأخرى مثل الكيراتين فيدعم الخلية ويشكل هيكلها.





لماذا تحتاج الخلية إلى هيكل؟

يتكون هيكل الخلية من شبكة من الألياف الرفيعة التى تؤدى وظائف ومهام عديدة. فعندما تشرع الخلية فى الانقسام فإن معظم محتوياتها تتحرك هنا وهناك لتضمن أن تتسلم الخليتان الجديدتان العدد نفسه من الكروموسومات. وهنا يأتى الدور المهم لهيكل الخلية الذى يساعد على حركة الخلايا ومحتوياتها من الأجهزة، كما يحافظ أيضا على شكل الخلية.

والآن هيا بنا ننظر إلى هذه الخلايا التى تبطن السطح الداخلى للأمعاء . إنها تحتوى على ألياف دعامية تتكون من بروتين يسمى التيوبيولين. وتدعم هذه الألياف أغشية خلايا الأمعاء وتقيمها مثلما يقيم العمود الخيمة. مما يجعل هذه الأغشية تنثنى لأسفل ولأعلى مثل شعر الفرشاة حتى تزيد من مساحة السطح الداخلى، ويؤدى هذا بالتالى إلى فرص اتصال أكبر وأفضل بين خلايا الأمعاء والمواد الغذائية الكثيرة التى تمر فيها.



كما يحدد بروتين التيوبيولين شكل خلايا الدم الحمراء و يعطيها مرونة تساعدها فى أداء عملها. فهذه الخلايا تتخصص فى نقل الأكسچين إلى كل ركن وزاوية فى الجسم. ولكى تستطيع هذه الخلايا أن تقوم بذلك عليها أن تكون مرنة لتحشر نفسها وتمر من خلال أضيق الأوعية الدموية .

أستاذنا ، ما مشكلة خلية الدم الحمراء هذه؟

لقد أكلتها خلية دم بيضاء. فخلايا الجسم تحتاج إلى إمدادات من الأكسچين بصفة مستمرة. ولهذا يتم بانتظام التخلص من خلايا الدم الحمراء المستهلكة التى تعجز عن القيام بعملها . فعندما تسافر الخلايا الحمراء المستهلكة إلى الطحال فإنها تنحشر لتمر فى شبكة من الأوعية الدموية الدقيقة جدا (الشعيرات الدموية). ولأن هيكل الخلايا الحمراء المستهلكة يفقد مرونته فإنها تتوقف وتعجز عن الحركة والمرور. فتأتى الخلايا الآكلة لتلتهمها.

وتوجد أنواع أخرى من الألياف البروتينية تدخل فى تركيب هيكل الخلية وتؤدى وظائف مختلفة نطلق عليها أسماء الأكتين والميوسين ويأخذ كل منهما شكل الخيط، وتنزلق هذه البروتينات بعضها فوق بعض طوليا لتحرك الأشياء فى الخلية وتحرك الخلية نفسها كما سوف نرى الآن. فابتعدوا عنها حتى لا ننزلق نحن أيضا!

الحركة الأبدية

تعيش جميع خلايا الجسم حركة دائمة لا نلاحظها إلا فى حالة الخلايا العضلية. والآن اقبض يدك وسوف تشعر بانقباض عضلات الجزء الأسفل من الذراع. السبب فى ذلك هو أن عدة ملايين من خلايا العضلات تنقبض بعضها مع بعض فى الوقت نفسه. كما تتحرك أعداد لا حصر لها من خلايا العضلات فى وقت واحد من أجل أن تطرف العين أو تنثنى الإصبع أو ينقبض القلب ليدفع الدم إلى جميع أنحاء الجسم.

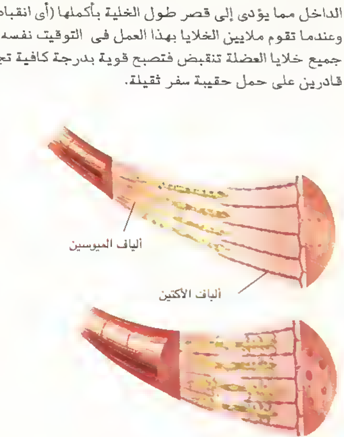


أستاذنا ، وكيف تعمل العضلات بعضها مع بعض؟

حسنا ، هيا بنا نلقى نظرة على هذه العملية. فالعضلات تتكون من حزم من خلايا العضلات تصطف طوليا بعضها إلى جوار بعض. وفى السيتوبلازم داخل كل خلية عضلية تصطف ألياف وخيوط الأكتين والميوسين طوليا بعضها إلى جوار بعض وبطريقة متوازية بحيث يكون أحد الأطراف ثابتا والطرف الآخر حرا لكى تتحرك الأطراف الحرة طوليا بمحاذاة بعضها للداخل والخارج . وعندما تستقبل الخلية العضلية الرسالة الصحيحة فإن ألياف الميوسين تنزلق فوق ألياف الأكتين إلى الداخل مما يؤدى إلى قصر طول الخلية بأكملها (أى انقباضها). وعندما تقوم ملايين الخلايا بهذا العمل فى التوقيت نفسه فإن جميع خلايا العضلة تنقبض فتصبح قوية بدرجة كافية تجعلنا قادرين على حمل حقيبة سفر ثقيلة.

هل تستطيع الخلايا أن تقوم برحلات؟

بالطبع نعم. فبعض الخلايا مثل كرات الدم الحمراء تسبح فى الدم . وكذلك عندما يحدث التهاب فى مكان ما من الجسم فإن الخلايا المكونة للأوعية الدموية تصبح لزجة ، مما يؤدى إلى تجمع خلايا الدم البيضاء فتنحشر بين خلايا الأوعية الدموية وتخرج من مجرى الدم إلى مكان الالتهاب لتحارب الميكروبات هناك.





وما هذه الأشياء التى تجرى هنا وهناك داخل الخلية؟

الخلية الحية عالم ملىء بالحركة . فهناك أعداد لا حصر لها من الجزيئات التى تتكون بصفة مستمرة وعليها أن تتحرك إلى مواقع محددة فى الوقت المناسب. فالبروتينات المراد تصديرها إلى السطح الخارجى من الخلية يتم تعبئتها فى فقاعات غشائية تسمى الحويصلات ثم يتم إرسالها إلى الخارج. وتتحرك الحويصلات على نوع من البروتينات تعمل مثل الأقدام الصغيرة عبر أنابيب صغيرة تسمى الميكروتيوبيولاى (microtubuli) والتى تتكون من بروتين التيوبيولين . ولتلك الحويصلات بروتينات تجرى مثل الأقدام الصغيرة عبر الأنابيب. وعادة ما تسافر الحويصلات فى حدود أجزاء من الملليمتر ولكن الأمر يختلف تماما فى الخلايا العصبية حيث تسافر الحويصلات مسافات طويلة من جسم الخلية إلى أطرافها الخارجية ذهابا وإيابا لمسافات قد تصل إلى حوالى المتر.

غــذاء الخـلايا البسيط

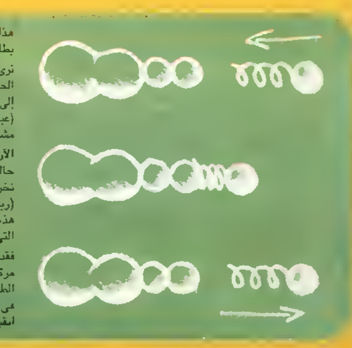
تقوم خلايا الجسم بأعمال وأنشطة متعددة كلها تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة. ويقوم الدم بدوره بإمداد الخلايا بالوقود اللازم بصفة مستمرة. ولكى تحصل خلايانا على غذائها لابد أن نأكل. وبالطبع فإن الخلية لا تعرف كيف تتعامل مع الكعكة التى نأكلها. ولذا لابد أولا من تكسير مركبات الكعكة إلى أجزاء أصغر. وهذا ما يتم خلال عملية الهضم عندما تتحلل المركبات المعقدة فى الكعكة إلى مركبات أبسط مثل السكر والدهون والأحماض الأمينية. ثم تمر هذه المواد البسيطة من الأمعاء إلى الدم الذى يأخذها إلى جميع خلايا الجسم لتغذيها. ويتم حرق هذه المواد البسيطة فى جهاز الميتوكوندريا محطة توليد الطاقة فى الخلية.

وتختلف النار التى تتولد فى الميتوكوندريا عن النار التى نعرفها. فهى ليست نارا ساخنة ولكنها دافئة وتحافظ على الجسم دافئا . كما أن هذه النار لا تعطى لهبا متوهجا. ومع ذلك فإن ما يحدث فى الميتوكوندريا يشبه ما يحدث فى عملية الاحتراق الحقيقية. ففى الميتوكوندريا تتفاعل بعض المواد مع غاز الأكسجين ثم ينتج عن هذا التفاعل انطلاق الطاقة التى تستخدم بعد ذلك فى مختلف العمليات والأنشطة الحيوية فى أى بقعة من الخلية. ولكن لابد من وجود وسيلة لتخزين الطاقة فى صورة يمكن تداولها فى أى وقت وأى مكان. وبالطبع ليس هناك أفضل من تخزينها فى صورة بطاريات.

وهل تحتوى الخلايا على بطاريات؟

نعم ، تحتوى الخلايا على شىء يشبه البطاريات إلى حد كبير. ويتمثل هذا فى مركبات صغيرة تسبح فى الخلية ، ومن الممكن اعتبارها مثل البطاريات الكيميائية. ونرى فى أسفل شكلا إيضاحيا لواحدة منها، حيث تقوم الميتوكوندريا بشحن البطاريات بإضافة مجموعة الفوسفات





هذا الشكل يوضح كيفية عمل بطارية الـ أ.ت.ب

نرى أمامنا جزىء الـ أ ت. ب فى الحالة غير المشحونة وهو يحتاج إلى طاقة لربط هذا الذيل إليه (عبارة عن مجموعة فوسفات مشحونة بالطاقة الكيميائية).

الآن جزىء الـ أ ت ب فى حالة مشحونة بعد أن تم تخزين الطاقة الكيميائية فيه (ربط الذيل). وسوف تسبح هذه الجزيئات إلى المواقع التى تحتاج إلى الطاقة

فقد جزىء الـ أ.ت. ب طاقته مرة أخرى. ولقد تم تحرير الطاقة من أجل استخدامها فى بعض الأعمال مثل انقباض خلايا العضلات.

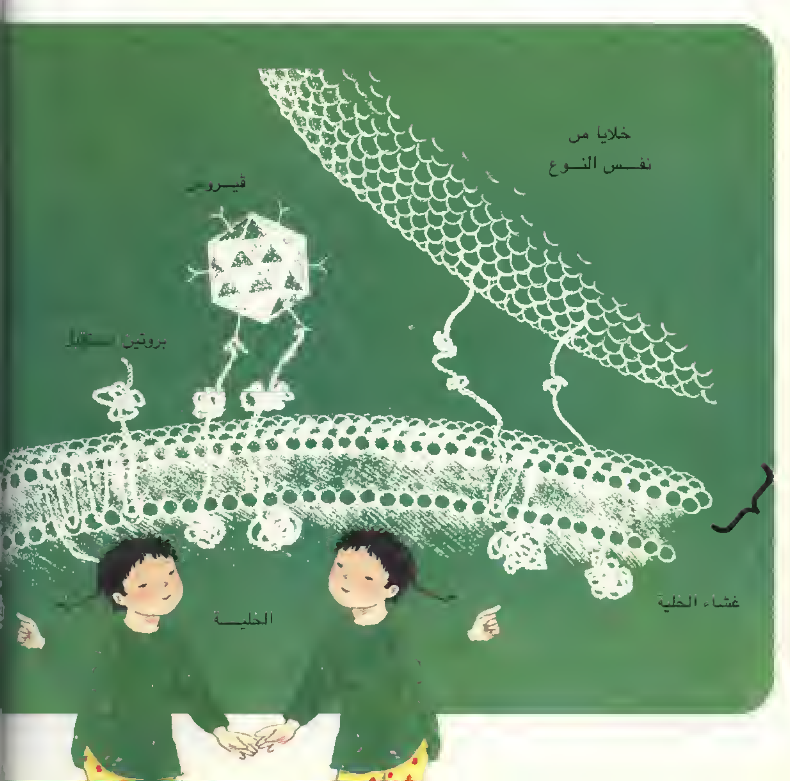
إلى هذه البطاريات، وينتج عن ذلك مركب جديد يحتوى على الطاقة وكأنه بطارية مشحونة. ويسمى هذا المركب جزىء الـ أ.ت.ب ATP. (adenosine triphosphate) . وتتحرك هذه المركبات فى كل ركن وموقع فى الخلية الحية. وبالتالى عندما تكون هناك حاجة إلى الطاقة فى أى موقع، فإنه يتم فصل مجموعة الفوسفات من مركب البطارية المشحونة فتنطلق الطاقة المخزونة فيه. وتحتاج الخلية إلى الطاقة للقيام بأنشطة شتى مثل نقل أنواع مختلفة من المواد من مكان إلى آخر، وتوليد الحرارة للتدفئة والانقسام إلى خليتين والحركة إلخ... وبهذه الطريقة تخدم الخلية الحية الكائن الذى تنتمى إليه ليلا ونهارا.

والآن يا أصدقائى، هل تتذكرون كيف تعمل الخلايا العضلية؟ حسنا، فلكى تتحرك ألياف الميوسين بمحاذاة ألياف الأكتين فإن هذا الحدث يتطلب عدة آلاف من مركبات البطارية المشحونة أ.ت.ب.



أغشـــــية ذكيـــة

تحتوى الأغشية التى تحيط بالخلية وأجهزتها على أنواع مختلفة من البروتينات التى تؤدى العديد من الوظائف المختلفة . فبعضها يعمل مثل حارس البوابة أو مثل مستقبل الرسائل، أو تعمل كمادة لاصقة لتتماسك مكونات الغشاء بعضها مع بعض.



ما المواد التى يسمح لها بالدخول إلى الخلية؟

يرحب الغشاء بمرور المواد الغذائية البسيطة مثل الدهون والسكريات والأحماض الأمينية إلى داخل الخلية. حيث تستخدم فى توليد الطاقة وأيضا كوحدات لبناء البروتينات والجزيئات الأخرى. ويمنع الغشاء مرور البروتينات الموجودة فى الدم والمخلفات الأخرى وتقوم البروتينات حراس البوابة بعملية فرز للمواد المختلفة بالتعرف على أشكال المواد القادمة. وبهذا فإن هؤلاء الحراس يتفحصون جواز السفر الكيميائى للمواد التى تسعى إلى الدخول للخلية فيسمحون لبعضها بالدخول ويمنعون البعض الآخر.

أما البروتينات التى تتعرف على الرسائل وتستقبلها فتسمى «المستقبلات»، وهى تتحرك فى الغشاء مثل العوامة . وتتخذ هذه البروتينات أشكالا خاصة بها تساعدها فى التعرف على إشارات رسائل الجزيئات فتتفاعل معها وتنقل محتوياتها إلى داخل الخلية لترد على ما جاء بها. ونطلق على تلك الجزيئات اسم الهرمونات.

أستاذنا ، كيف تعمل الهرمونات؟

توجد أنواع كثيرة من الهرمونات التى تعمل بطرق مختلفة. مثلا ، فى حالة الشعور بالخوف تقوم غدة فوق الكلية بإفراز كمية كبيرة من هرمون الأدرينالين إلى الدم ومنه إلى الخلايا. وتحتوى الخلايا العضلية المحيطة بالأوعية الدموية على مستقبلات خاصة بالأدرينالين. وبارتباط الهرمون بهذه المستقبلات يتم نقل الرسالة إلى داخل الخلية العضلية. وتحتوى هذه الرسالة على أوامر تطلب من الخلايا العضلية أن تنقبض معا لتضيق الأوعية الدموية. ونتيجة لذلك تزداد ضربات القلب فى عددها وقوتها حتى يندفع الدم حاملا معه كمية أكبر من الأكسچين والسكريات (الغذاء) إلى الخلايا لتساعدها على توليد كمية أكبر من الطاقة. ففى هذه اللحظات نصبح أكثر يقظة وقوة حتى نستطيع أن نتعامل مع الخطر الذى يهددنا أو حتى نهرب منه بسرعة.

وكيف تلتصق الخلايا بعضها ببعض؟

تعمل بعض البروتينات فى غشاء الخلية كالمواد اللاصقة فترتبط ببروتينات موجودة على سطح الخلايا المجاورة مما يؤدى إلى التصاق الخلايا ذات النوع الواحد بعضها ببعض. وعلى سبيل المثال ، تلتصق الخلايا المبطنة للأمعاء بعضها ببعض جيدا بحيث تحجز عجينة الغذاء والبكتيريا داخل قناة الأمعاء وتسمح فقط بعبور المواد الغذائية المهضومة إلى داخل خلايا الأمعاء. وبالطريقة نفسها تعمل خلايا الأوعية الدموية وخلايا الجلد وخلايا العضلات. فهذه الخلايا تلتصق بعضها ببعض جيدا لتكون نسيجا متماسكا .





صديق أم عـــدو ؟

تلتصق الخلايا دائما بالخلايا المماثلة لها فى النوع مكونة نسيجا حاجزا يمنع الخلايا الغريبة مثل البكتريا أو طفيل الملاريا من الدخول إلى الدم حيث تتكاثر بسرعة هائلة. فالبكتريا كائنات أصغر من خلايا الجسم ويوجد منها آلاف الأنواع. فبعضها يقتل خلايا الجسم بواسطة سموم يفرزها أو يدمرها بواسطة البروتينات الهاضمة.

وهل جميع البكتيريا خطر علينا؟

لحسن الحظ فإن الإجابة عن هذا السؤال هى لا. حيث تعيش على سطح جلد كل واحد منا بكتريا يفوق عددها عدد البشر على سطح الأرض!! ونرى إلى اليسار إحدى مستعمرات البكتريا. كما يعيش بعض أنواع البكتريا فى الأمعاء فى سلام بل ويساعد بعضها أيضا فى هضم الطعام.

يدخل العديد من الجراثيم إلى الجسم عن طريق الطعام أو الهواء، والبعض الآخر يدخل عن طريق الجروح إلى مجرى الدم. ويحتوى الجسم على جيش كامل من خلايا الدفاع التى تسمى خلايا الدم البيضاء. وتتكون هذه الخلايا فى نخاع العظم لغرض واحد هو محاربة الغزاة من الميكروبات. ونرى أمامنا كيف تقوم خلية بيضاء بالتقاط البكتريا الخضراء ثم التهامها.

وتتخصص بعض أنواع الخلايا البيضاء فى محاربة أنواع معينة من الجراثيم. فهناك نوع يسمى خلايا «ب» يتخصص فى إنتاج أسلحة تسمى الأجسام المضادة التى تلتصق بالغزاة فتشل حركتهم. كما تلعب دور الإنذار المبكر بإعلانها عن وجود الميكروب الغازى فتهرع إليه خلايا الدفاع الآكلة لتلتهمه.

ويوجد نوع آخر من الخلايا البيضاء يسمى بالخلايا القاتلة «ت» وهى تقتفى أثر خلايا الجسم المصابة بالفيروسات فتدمرها، وبهذا تقضى على الفيروسات. كما تدمر الخلايا القاتلة الخلايا السرطانية وهى خلايا فقدت السيطرة عليها وتستمر فى الانقسام بجنون وبلا توقف مما ينتج عنه تكون الورم السرطانى.

وما الذى تسببه الڤيروسات؟

الڤيروسات نوع من الميكروبات أصغر كثيرا من البكتيريا. وهى تتكون فقط من غلاف بروتينى بداخله شريط وراثى يحتوى على چينات ڤيروسية. وتلتصق الڤيروسات بخلايا الجسم ثم تغزوها وتطلق سراح شريطها الوراثى. عندئذ تقوم الچينات الڤيروسية الطاغية بالتحكم فى زمام الأمور فى الخلية وترسل تعليمات لتسخر كل أنشطة الخلية من أجل إنتاج ڤيروسات جديدة بأعداد هائلة. فتخرج هذه الڤيروسات من الخلية وتنتشر لتغزو العديد من خلايا الجسم السليمة .

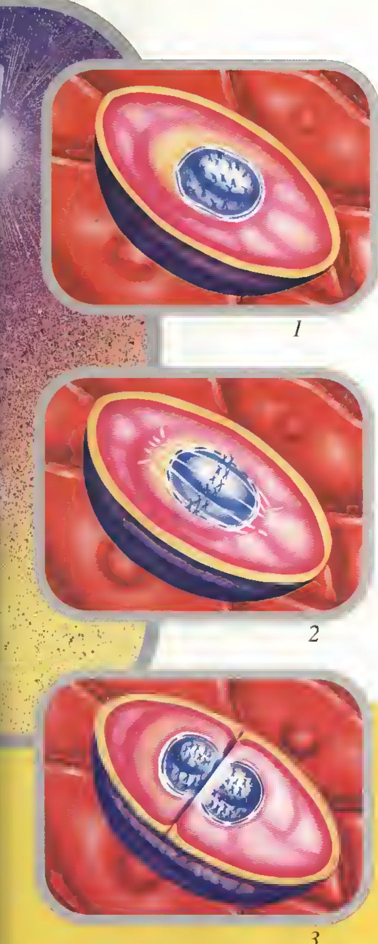
ونطلق على مجموعة خلايا الدفاع المختلفة ومنتجاتها اسم جهاز المناعة، وهو ينجح فى معظم الأحوال فى محاربة الميكروبات. ولكن أحيانا تنجح الميكروبات فى التكاثر قبل أن تهزمها الخلايا الدفاعية، وينتج عن هذا بعض الأمراض المعدية مثل الأنفلونزا والبرد والحصبة وهى أمراض تسببها الڤيروسات. أما البكتريا فإنها تسبب أمراضا مثل الإسهال و آلام الأذن والمعدة.



مستعمرة من البكتريا غير الضارة التى تعيش على سطح الجلد

من أين تأتى الخلايا؟

عندما تكون هناك حاجة إلى خلايا جديدة تنقسم الخلية الناضجة أو الخلية الأم إلى خليتين جديدتين (ونسميهما الخلايا البنات). وبهذا تعود الخلية الأم إلى طفولتها من جديد. يالها من فكرة! فالأمهات يتحولن إلى أطفال مرة أخرى. ويحدث هذا فقط فى عالم الخلية العجيب.



1

2

3

ومن أين تأتى الخلية الأم؟

جميع الخلايا التى تكون الجسم هى ذُرِّيّة خلية واحدة فقط وهى البويضة الملقحة التى كانت يوما ما فى جسم الأم. ففى بداية الحمل وقبل حوالى تسعة أشهر من الولادة تندمج خلية حيوان منوى من الأب مع خلية بويضة من الأم ونطلق عليهما بعد ذلك اسم البويضة الملقحة. وفى الوقت نفسه تختلط چينات خلية الأب بچينات خلية الأم. وعلى هذا الأساس فإن كل واحد منا بدأ من خلية واحدة تحتوى على چينات كل من الأم والأب. وبعد الاندماج مباشرة بدأت الخلية الملقحة فى التكاثر والانقسام مرات ومرات حتى تم تكوين كل أنواع الخلايا المختلفة اللازمة لتكوين جسم الإنسان.

كيف تقوم خلية ما بإنتاج خلايا جديدة؟

تقوم الچينات فى نواة الخلية بالتحكم فى عملية انقسام الخلايا، كما تحدد للخلية التوقيت المناسب لإيقاف عملية الانقسام. وفى بعض الأحيان تحدث إصابات لچينات بعض الخلايا فيؤدى ذلك إلى أن تفقد الخلية سيطرتها وتستمر فى الانقسام دون توقف. وينتج عن هذا الانقسام المستمر تكوين ورم عبارة عن كتلة من الخلايا الخبيثة والتى نطلق عليها اسم السرطان.



1- عندما تشرع الخلية فى الانقسام فإن المادة الوراثية فيها تتضاعف وتظهر على هيئة مركبات تسمى الكروموسومات. وتحتوى كل خلية فى جسم الإنسان على 23 ثنائيا من الكروموسومات

2 - تصطف الكروموسومات فى خط واحد

3 - تتسلم كل واحدة من الخلايا الجديدة نسخة من الشريط الوراثى بعد أن يتم توزيع الكروموسومات بالتساوى بين الخليتين الجديدتين.

إن عملية انقسام الخلايا ليست بالعملية السهلة. فالخلايا الجديدة تحتاج إلى نفس النوع والكمية من الجينات حتى تنتج نفس البروتينات. ولهذا يجب مراعاة أن يتم توزيع الشريط الوراثى دنا بالتساوى بين الخلايا الجديدة. وعلى هذا الأساس فإن الشريط الوراثى الملفوف فى الكروموسوم يتضاعف فى العدد بحيث تتسلم كل خلية جديدة نسخة من الكروموسومات مثل التى تتسلمها الخلية الأخرى. وهنا سوف نرى كيف يحدث ذلك. انظروا إلى الحبيبات المركزية فهى تضع ألياف أنابيب الميكروتيوبيولين فى الترتيب الصحيح، فهذه الألياف هى المسار الذى تتحرك عليه الكروموسومات لضمان توزيعها بالتساوى بين الخلايا الجديدة.

مع السلامة
أيتها الخلايا

تنقسم الخلايا المختلفة خلال فترات زمنية مختلفة حسب الحاجة إلى استبدالها. فالخلايا التى تبطن الأمعاء تستهلك بعد ثلاثة أيام ويجب أن تستبدل بعد ذلك. وعلى العكس من ذلك تماما تتوقف الخلايا العصبية عن الانقسام ونحن فى السنوات الأولى من العمر. وعلينا أن نعيش بالعدد نفسه من الخلايا العصبية بقية حياتنا. ولهذا فإن خلايا المخ التى تدمرها المخدرات لا يمكن أن يستبدل بها خلايا جديدة. فعلينا أن نحافظ عليها. أما خلايا الجلد فوضعها أفضل كثيرا حيث تستبدل بها خلايا جديدة كل ثلاثة أسابيع .

وها نحن أولاء يا أصدقائى قد عدنا إلى نقطة البداية فى رحلتنا. فلقد ماتت الآلاف من خلايا الجلد منذ لحظة دخولنا إلى كبسولة الانكماش الميكروسكوبية. والآن ماذا ينتج عندما نفرك أيدينا معا؟ هيا خمنوا معى وتذكروا مكونات الخلية. نعم تحتوى أيدينا على العرق والأتربة والخلايا الميتة وبقاياها من الكروموسومات والبروتينات ووحدات الطاقة وكل المركبات التى قابلناها خلال رحلتنا هذه. هيا بنا نخرج من الكبسولة. والآن نكبر من جديد ونعود إلى أحجامنا الطبيعية.



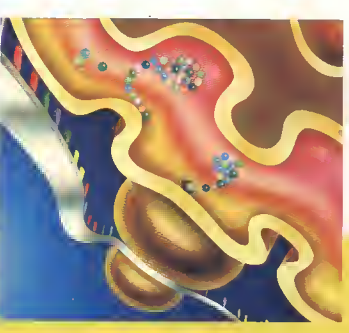
ما الذى تتذكرونه من رحلتنا؟

مم تتكون البروتينات؟

1 ـ الأحماض الأمينية.
2 ـ النيوكليوتيدات.
3 ـ الدنا.

الإجابة الصحيحة هى (1). فيوجد 20 نوعا من الأحماض الأمينية التى تتجمع بعضها مع بعض لإنتاج الملايين من البروتينات المختلفة مثلما يمكن لعشرين نوتة موسيقية أن تنتج ملايين النغمات المختلفة. وينتج جسم الإنسان حوالى 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة. أما النيوكليوتيدات فهى الحروف التى تكتب بها المعلومات فى الجينات المخزونة على شريط الدنا.





الجين هو:

1 ـ قطعة من الدنا تحمل رسالة ومعلومات.
2 ـ نوع من البروتينات.
3 ـ وصفة لصنع البروتين.

الإجابة الصحيحة هى رقما 1 و3. فالجينات تحتوى على المعلومات التى تحدد النوع و لون الشعر وطول الأنف، وأيضا تحدد نوع الأمراض التى يمكن أن نصاب بها.

الشفرة الوراثية :

1 ـ مكتبة كاملة من وصفات البروتين.
2 ـ تأخذ نسخة من الجين إلى الريبوسومات.
3 ـ هى ترتيب حروف الجينات لتعطى كلمات شفرية تناظر الأحماض الأمينية.

الإجابة الصحيحة هى رقم 3. فكل ثلاثة من النيوكليوتيدات على شريط الدنا تكون كلمة شفرية تناظر حمضا أمينيا معينا. ويقوم شريط الرنا الرسول بإرسال نسخة من الجين إلى الريبوسومات. وتسمى مجموعة الجينات فى الخلايا الحية فى الكائن بالمحتوى الجينى أو الچينوم (genome).

توجد الجينات فى:

1 ـ البشر والحيوانات فقط.
2 ـ البشر والنباتات والحيوانات فقط.
3 ـ جميع الكائنات الحية بما فيها البكتريا.

الإجابة الصحيحة هى رقم 3. فالچينوم الخاص بالبكتريا يتكون من حوالى 3000 چين. أما چينوم الإنسان فيحتوى على 100 ألف چين. وتنتج الچينات المختلفة كائنات مختلفة. فالچينات فى حيوان القوقع تختلف إلى حد كبير عن چينات الإنسان. أما جينات الشمبانزى فهى لا تختلف كثيرا عن الچينات فى أجسامنا.



تحتوى الخلايا على :

1 ـ محطات لتوليد طاقة.
2 ـ مصانع لإنتاج البروتينات.
3 ـ خطط لبناء البروتينات.
4 ـ مهندسين معماريين صغار لرسم الخطط.

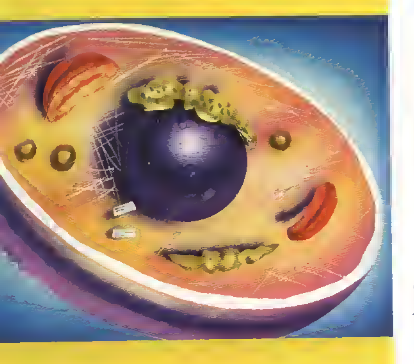
الإجابة الصحيحة هى الأرقام 1 و2 و3. وبالطبع لا يوجد معماريون داخل الخلية. فلقد تسلمت الخلية خططها (أو الجينات) من الخلية الأم.

الكروموسومات هى:

1 ـ حيوانات صغيرة تعيش فى الخلية.
2 ـ قطع من الدنا.
3 ـ ألياف هيكل الخلية.

الإجابة الصحيحة هى 2. ففى خلايا الجسم يوجد الدنا فى صورة 46 كروموسوما. أما الكرنب فيحتوى على 18 كروموسوما. ولا توجد علاقة بين عدد الكروموسومات فى الكائن وبين الذكاء. فالكلاب تحتوى على 78 كروموسوما والسمك الذهبى يحتوى على 94 كروموسوما. وبالطبع لا توجد حيوانات صغيرة داخل الخلية.





تتعرف الخلايا بعضها على بعض:

1 ـ بواسطة طعم الميتوكوندريا.
2 ـ بواسطة شكل وتركيب البروتينات فى أغشيتها.
3 ـ بواسطة طعم السائل فى الخلية.

الإجابة الصحيحة هى رقم 2. فكل نوع من البروتينات له التركيب والشكل الخاص به. وتترابط بروتينات معينة بعضها ببعض مثلما يرتبط المفتاح بالقفل. فهذه البروتينات تستقر فى الغشاء وتلتصق ببروتينات فى أغشية الخلايا المجاورة المتشابهة. وبهذه الطريقة فإن الخلايا تميز بين الخلايا التى تشبهها والخلايا التى تختلف عنها.

ما الذى يتكون من خلية واحدة؟

1 ـ الأعصاب.
2 ـ العضلات.
3 ـ البكتيريا.

الإجابة الصحيحة هى رقم 3. فالعضلات والأعصاب تتكون من حزم تحتوى على عدة آلاف من الخلايا.



تتكاثر الخلايا بواسطة:

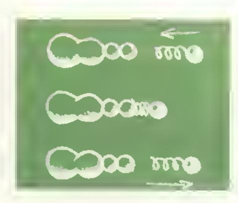
1 ـ الانقسام.
2ـ وضع البيض.
3 ـ حبوب اللقاح.

الإجابة الصحيحة هى رقم 1. فالخلية تنقسم إلى اثنتين، والاثنتان تنقسمان إلى أربعة، وهكذا. فخلية واحدة من البكتريا تستطيع أن تتكاثر لتصبح ملايين فى حالة توافر الغذاء. أما خلايا جسم الإنسان فإنها تنقسم عادة عندما تكون هناك حاجة إلى خلايا جديدة لمصلحة الكائن الحى. والخلايا الحية لا تضع البيض، ولكن البيضة التى تضعها الدجاجة عبارة عن خلية. والنباتات فقط هى التى تتكاثر بواسطة التلقيح.

ينمو الأطفال:

1 ـ لأن خلاياهم تكبر.
2ـ لأن خلاياهم تتكاثر.
3ـ لأنهم يريدون ذلك.

الإجابة الصحيحة هى رقم 2. فالخلايا فى الأطفال والبالغين لها الأبعاد نفسها. ولكن الخلايا فى الأطفال تتكاثر بطريقة أسرع حتى يكبر الجسم وينمو سواء أردت ذلك أم لم تُرد.





حقائق عجيبة عن الخلايا:

لو تخيلنا الخلية فى حجم المنزل فإن:

الليسوسوم يكون فى حجم الكرسى.

حبيبة الريبوسوم تكون فى حجم كرة تنس الطاولة.

النواة تكون مثل الحُجرة.

الدنا يكون فى سُمك خيط السنارة.

الخلايا العصبية فى المخ هى أصغر خلايا الجسم. ويحتاج الأمر إلى 40خلية عصبية لتغطية النقطة فى نهاية هذه الجملة.

خلال دقيقة واحدة تقوم الخلية بشحن وتفريغ 2 مليون من بطاريات أ. ت. ب.

يوجد حوالى 1000 جهاز من أجهزة الميتوكوندريا وملايين من الريبوسومات فى خلية الكبد الواحدة.

تحتوى نقطة الدم الواحدة على 200 مليون خلية دم حمراء.

تعريفـــات مهمـــة

الأجسام المركزية : Centrioles أجهزة تساعد في تنظيم الخلية خلال الانقسام

الأجسام المضادة : Antibodies بروتينات تساعد في عملية قتل الجراثيم

أجهزة الخلية : Organelles الأجزاء المكونة للخلية والتي تسبح في السيتوبلازم.

الأحماض الأمينية : Amino acids وحدات بناء البروتينات ويوجد منها عشرون نوعا.

الأغشية : Membranes الغشاء طبقة من الدهون يتخللها بروتينات، وهو يحمي الخلية من العالم الخارجي ويساعد على التصاق الخلايا بعضها ببعض ويستقبل ويرسل الأخبار من وإلى خلايا الجسم

الأكتين والميوسين : Actin and myosin بروتينات تعمل معا من أجل أن تنقبض العضلة.

انقسام الخلية : Cell division الطريقة التي تنقسم بها الخلية. وتبدأ عندما تنقسم الخلية الأم إلى خليتين متشابهتين جديدتين تسمى الخلايا البنات.

البروتينات : Proteins وحدات بناء الخلايا ، وهي الأدوات التي تستخدمها الخلايا في أداء وظائفها العديدة. فالبروتينات تبني الخلايا، والخلايا العديدة تبني الكائن الحي. ويوجد 100 ألف نوع من البروتينات المختلفة التي تعمل بعضها مع بعض في جسم الإنسان.

بكتريا : Bacteria كائنات دقيقة وحيدة الخلية وهي أصغر من خلايا الجسم. وتوجد منها آلاف الأنواع ، بعضها مفيد، وبعضها ضار.

البويضة : Human egg cell خلية جنسية تحتوي على 23 كروموسوما. فلكي تنقسم البويضة وتكون جميع أنواع الخلايا المكونة للكائن الحي، تحتاج إلى أن تتحد مع خلية حيوان منوي ليصبح عدد الكروموسومات 46 كروموسوما.

تيوبيولين : Tubulin نوع من البروتينات يستخدم في تكوين الألياف الدعامية التي تساعد الخلايا على الاحتفاظ بأشكالها.

جزيء أ ت ب :ATP جزيئات مشحونة بالطاقة يتم إعدادها في الميتوكوندريا ، ويتم إطلاق الطاقة فيها عند الحاجة إليها في أي موقع من الخلية

الجزيئات : Molecules أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد بمفرده

الجزيئات الحيوية : Biomolecules جزيئات معقدة التركيب مثل السكريات والدهون البسيطة والأحماض الأمينية وهي ضرورية لبناء الخلية الحية

جهاز المناعة : Immune system يحارب الميكروبات ويتكون من الملايين من خلايا الدم البيضاء ومن أسلحتها التي تنتجها

جهاز جولجي : Golgi apparatus جهاز يختص بتعبئة وتصدير البروتينات.

الجينات : Genes أجزاء على الحمض النووي دنا، وهي تحتوي على وصفات لصنع البروتينات، وتتكون من عدة آلاف من الكلمات الشفرية.

الحويصلات : Vesicles فقاعات غشائية صغيرة تعبأ فيها البروتينات الجديدة

خلايا (ت) القاتلة : Killer T cells نوع من خلايا الدم البيضاء التي تدمر خلايا الجسم المصابة بالفيروسات.

الخلايا الأكلة الكبيرة. Macrophages (big eaters) نوع من خلايا الدم البيضاء التي تسبح مثل عساكر الدورية في الدم لتبحث عن الميكروبات وتلتهمها.

الخلايا البطانية : Endothelial cells هي وحدات البناء المكونة لجدران الأوعية الدموية.

خلايا الجلد :Skin cells تكون الطبقات التي تغطي الأسطح الخارجية والداخلية في الجسم.

خلايا الدم البيضاء : White blood cells توجد منها أنواع مختلفة .. وتتحرك بصفة مستمرة في الجسم لتصطاد الميكروبات وتدمرها.

خلايا الدم الحمراء : Red blood cells خلايا في الدم تتخصص في نقل الأكسجين إلى كل أنحاء الجسم

الخلايا العصبية : Nerve cells هي الخلايا المكونة للأعصاب. وهي تنقل الرسائل. فالخلايا العصبية في الجلد مثلا تجعلنا نشعر بالضغط والحرارة والبرودة. وتتعاون بلايين من الخلايا العصبية في المخ لتجعلنا نرى ونسمع ونشعر ونفكر.

الخلايا العضلية : Muscle cells خلايا تتكون من ألياف عضلية تنقبض وتجعل الجسم يتحرك.

خلايا العظام : Bone cells خلايا تكون العظام وتتخصص في بناء وهدم العظم بصفة مستمرة.

خلايا المناعة (ب) : B cells خلايا دم بيضاء تتخصص في إنتاج الأجسام المضادة.

الخلايا : Cells كائنات متناهية في الصغر، ويتكون جسم الإنسان من مئات الأنواع المختلفة من الخلايا التي تساعده في البقاء. وأهم وظائفها إنتاج البروتينات.

خلية الحيوان المنوي : Human sperm cell خلية جنسية من الذكر تحتوي على 23 كروموسوما ويتحد مع البويضة ليلقحها.

الدنا : DNA الحمض النووي دنا وهو عبارة عن خيوط رفيعة جدا لها شكل السلم الحلزوني وتحتوي على الجينات.

الذرات : Atoms أصغر جزء من العنصر الذي يساهم في التفاعلات الكيميائية.

الرنا الرسول : Messenger RNA جزيء يحمل نسخة من المعلومات على الجين ويأخذها إلى الريبوسومات التي هي المصانع الخاصة بإنتاج البروتينات.

الريبوسومات : Ribosomes جسيمات صغيرة في الخلية تتخصص في صنع البروتينات.

سيتوبلازم : Cytoplasm مادة جيلاتينية تسبح فيها كل محتويات الخلية.

الشبكة الإندوبلازمية : Endoplasmic reticulum الجهاز الذي تقوم فيه الريبوسومات بصنع البروتينات التي سوف تصدر لخارج الخلية

فيروسات : Viruses ميكروبات صغيرة جدا ولا تستطيع أن تحيا مستقلة ، ولكن بمجرد دخولها في خلية حية فإنها تغير من سلوكها، ويحدث المرض بعد ذلك

الكائن الحي : Organism كائن تتمثل فيه كل خواص الحياة. ويتكون إما من خلية واحدة مثل البكتريا، وإما من بلايين الخلايا الحية التي تشترك في بناء الحيوانات والنباتات.

الكروموسومات : Chromosomes معلبات من الحمض دنا تحتوي على الجينات. ويوجد في خلايا جسم الإنسان 23 ثنائيا من الكروموسومات.

كيراتين : Keratin نوع من البروتينات يستخدم في بناء الشعر والأظافر وهيكل الخلية

ليسوسومات : Lysosomes أجهزة في الخلية تقوم بهضم فضلات الخلية ثم التخلص منها أو تخزينها.

المخ : Brain جهاز التحكم المركزي في الجسم ويتكون من بلايين الخلايا العصبية التي تستقبل وترسل رسائل عبر شبكة من الأعصاب إلى جميع أنحاء الجسم.

المستقبلات : Receptors بروتينات توجد في غشاء الخلية . وتتخصص في التعرف على الرسائل الكيميائية القادمة من الخارج.

المواد الغذائية : Nutrients تشمل المواد النشوية والدهون والبروتينات والمعادن والفيتامينات، ونحصل عليها من الطعام الذي نتناوله ويتم هضمها إلى مركبات بسيطة تتغذى منها الخلايا.

الميتوكوندريا : Mitochondria محطات توليد الطاقة في الخلية.

نخاع العظم : Bone marrow الجزء الداخلي من العظام، حيث يتم إنتاج خلايا الدم الحمراء والبيضاء.

النواة : Nucleus مركز القيادة في الخلية، وهي على شكل كرة في الوسط وتحتوي على الجينات.

نيوكليوتيدات : Nucleotides وحدات بناء الدنا. وهي تكون درجات سلم الدنا الحلزوني.

الهرمونات : Hormones جزيئات تقوم بعمل الرسائل بين الخلايا وتؤثر في عمل الخلية. مثلا هرمون الأدرينالين يأمر خلايا العضلات في الأوعية الدموية لتنقبض.

هيكل الخلية : Cell skeleton شبكة من الألياف البروتينية توجد في السيتوبلازم.

الورم : Tumor تجمع كبير من الخلايا التي تنمو بسبب وجود أخطاء في الجينات تجعلها مجنونة، وتنقسم بمعدل أسرع من الخلايا الأخرى

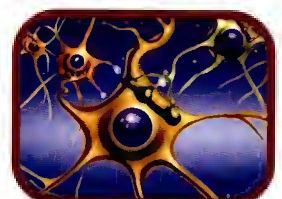
كشـــــاف

عالم الخلية العجيب

المســتكــشــفون الميكروسكــوبيـــون

«**المستكشفون الميكروسكوبيون**» تصطحب قراءها من الفتيان والفتيات ـ وكذلك الكبار المهتمين بالعلوم ـ فى رحلة تعليمية مثيرة فى عالم الخلايا المجهول وما وراءه.

وحتى يمكن الاطلاع على الأشياء الدقيقة، يدخل المستكشفون الميكروسكوبيون داخل الآلة الميكروسكوبية، التى تنكمش بحيث يتضاءل حجمها وحجم من فيها ؛ حتى يصيروا من الصغر بما يمكنهم من :



- دخول الجسم والتعرف على الخلايا.
- رؤية واستكشاف الأعضاء الداخلية ومكوناتها.
- فهم آلية جسم الإنسان، وكيف تعمل أعضاؤه لتستمر الحياة.

وقد قام بكتابة «**المستكشفون الميكروسكوبيون**» فريق مميز من أكفأ العلماء والكتّاب فى مجال الكيمياء الحيوية وكتب الأطفال التعليمية. وهى تقدم شرحًا مميزًا وجذابًا لتلك الأجهزة والعمليات العضوية التى تشكل نمو جسم الإنسان وتطوره وعمله .



فى هـذه السلسلة :

- **عالم الخلية العجيب**
- **أبطال جسمك وأشراره**
- **عالم الكروموسومات العجيب**
- **عالم الجينات العبقرية**

دار الشروق

القاهرة : 8 شارع سيبويه المصرى ـ
رابعة العدوية ـ مدينة نصر ص.ب 33 البانوراما
تليفون: 4023399 فاكس: 4037567 (202)